

Por todas las razones prácticas

Por Antonio Córdoba

Antonio Córdoba (Murcia, 1949) es matemático. Ha publicado artículos de investigación en *Análisis Armónico*, *Teoría de los Números*, *Ecuaciones Diferenciales* y *Física matemática*. Catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid, ha sido profesor de la Universidad de Princeton y miembro del *Institute for Advanced Study*. Fundó la Revista Matemática Iberoamericana.

Vivimos inmersos en un mar de números: efemérides personales y sociales, documento nacional de identidad, cuentas bancarias, porcentajes de infectados por el virus de la gripe, tasas de inflación, estadísticas de parados, intereses y descuentos, son algunos ejemplos de esta realidad numérica cotidiana. La naturaleza y el arte nos ofrecen por doquier formas bellas de un rico contenido geométrico, tales como las espirales de las caracolas, de las margaritas y de las piñas, la geometría fractal de la coliflor o del brécol romanesco, la perfección de los cristales y de los mosaicos de la Alhambra, los puentes de Calatrava, el cubismo, los cuadros de Escher o el arte de Vasarely. Nuestra salud y nuestro bienestar dependen de técnicas que involucran gran cantidad de métodos y algoritmos matemáticos. En los hospitales se diagnostica diariamente la existencia de tumores por medio de la Tomografía Axial Computerizada (TAC). El paciente aprecia seguramente la destreza de los médicos que le atienden. Es posible que también valore la tecnología avanzada de las máquinas de rayos X, producto del ingenio de físicos e ingenieros. Sin embargo, es mucho más difícil que sepa que los cálculos que realiza el computador están basados en profundas teorías matemáticas, que convierten en imágenes nítidas de los tejidos los datos numéricos de la pérdida de intensidad de los rayos que los atraviesan. Los discos compactos tienen un algoritmo aritmético de corrección de errores que es responsable de que sigan sonando bien después de ser rayados. Los códigos de barras que tanto facilitan la elaboración de la cuenta de nuestra compra diaria, están basados en la aritmética modular y en la representación binaria. La transmisión de mensajes y el tratamiento de imágenes tienen también una importante base matemática. Cabría

deducir de estos y otros muchos ejemplos que las matemáticas son ubicuas y que así lo deben percibir los ciudadanos. Nada más alejado de la realidad, en general ocurre todo lo contrario. Pasan inadvertidas y resultan invisibles para sus usuarios.

¿A qué se debe esta invisibilidad? Hay muchas razones. En primer lugar, la divulgación de las matemáticas es una tarea intrínsecamente complicada. Cuando un físico, un químico o un ingeniero presentan sus trabajos a un público amplio, procuran eliminar las ecuaciones para concentrarse en las imágenes y en las descripciones más o menos metafóricas. Es decir, la divulgación científica y tecnológica significa, en gran medida, la eliminación de las matemáticas en los distintos modelos. El público recibe con cierta frecuencia información sobre agujeros negros, «quarks», expansión del universo y superconductividad. Por poner algunos ejemplos de temas recurrentes que los medios de comunicación dedican al ciudadano que desea enriquecer su ocio y su concepción del universo leyendo artículos de divulgación. De manera que a través de las revistas de venta en los quioscos, o incluso de la prensa diaria, podemos saber, por ejemplo, acerca de esos componentes «últimos» de la materia llamados «quarks» que están dotados de color, sabor o incluso encanto. Pocos sospechan que hay una rica estructura matemática detrás y, mucho menos, que ésta constituyó el principal motivo de su hallazgo. Desde los comienzos de su construcción, los grandes aceleradores produjeron nuevas partículas que reclamaban teorías que las explicasen. ¿De qué manera podemos entender su masa, su carga o su espín? ¿Cuál es la naturaleza de sus fuerzas de interacción? La respuesta dada por Gell-Mann involucraba a una estructura matemática llamada grupo $SU(3)$. Por razones que se remontan al empeño de resolver las ecuaciones algebraicas de grado mayor o igual a cinco, y al estudio de las simetrías geométricas, los matemáticos habían desarrollado la teoría de los grupos y de sus representaciones. En el caso del grupo $SU(3)$, las representaciones se corresponden con las partículas de la física, tales como protones o neutrones. Gell-Mann se dio cuenta de que podía construir las todas a partir de dos representaciones fundamentales. Así nacieron los «quarks». El paso siguiente fue la construcción de poderosas y costosísimas máquinas para observarlos me-

jor. Y en eso andamos todavía. Los físicos, que son un colectivo mucho más agresivo que el de los matemáticos, han tenido un éxito notable en divulgar estas historias entre el público, que ve en ellas la presencia de la física, pero no de las matemáticas, porque permanecen invisibles en la oscuridad.

Destreza y talento

Otra razón importante radica en la docencia. Las matemáticas desempeñan un papel decisivo en el entrenamiento y desarrollo racional del cerebro. Por lo que, desde hace siglos, forman parte sustancial del currículum en los niveles primario y secundario. Ahí nos encontramos con un problema. Parece que una parte nada desdeñable de los ciudadanos salieron algo asustados de la experiencia y, durante el resto de sus vidas, asocian a las matemáticas no con la búsqueda de la verdad y de la belleza o con el instrumento más adecuado para entender las leyes de la naturaleza, sino con una especie de tortura espiritual. Como quiera que muchos de estos niños asustados logran tener éxito en sus profesiones y gozan de una cierta influencia social, contribuyen luego a perpetuar el estereotipo del profesor de matemáticas hosco y malhumorado, que proporcionó infelicidad a muchos días de la infancia por su insistencia en enseñarles conocimientos abstrusos e inútiles. Como hizo el rector de una importante universidad española el pasado mes de enero: en el acto de apertura del Congreso de la Real Sociedad Matemática tuvo a bien informar a la parroquia de que, en su examen de reválida de bachillerato, había sido calificado con un cero en matemáticas. Dicho en un tono distendido, incluso jocoso, parecía un acto de sutil venganza demostrar fehacientemente a todos los matemáticos allí reunidos cómo es posible llegar a ser excelentísimo y magnífico Sr. Rector, e incluso administrar un gran presupuesto, a pesar de haber sido incapaz, aunque fuera a los quince años, de resolver un sencillo problema. Ejercicio que, probablemente, tan sólo involucraría a una ecuación de segundo grado, algo que ya sabían hacer los babilonios de hace treinta siglos. ¿Podemos imaginarnos el caso de un rector que inaugurase un congreso de lingüistas confesándoles que suspendió la reválida por sus muchas faltas de ortografía?

La literatura y el cine nos proporcionan también ejemplos abundantes de estos tristes lugares comunes. Las matemáticas suelen tener mala prensa. Los medios de comunicación les dan, casi siempre, un tratamiento pintoresco, poniendo el énfasis en sus aspectos más exóticos y periféricos. Una tontería demasiado generalizada consiste en asociarlas con la habilidad para efectuar cálculos entresacados, aunque triviales, como hacía el personaje astuta que representaba Dustin Hoffman en la película *Rain Man*. Nuestros hombres de letras suelen contribuir a la perpetuación de esa imagen de disciplina abstracta y aburrida. Hay quien considera de buen gusto en artículos periodísticos, entrevistas y tertulias radiofónicas, hacer ostentación pública de sus desconocimientos matemáticos, proclamando ignorancias que sonrojarian a cualquiera, si de su contrapartida literaria se tratara. En «El ordenador novelista» (*El País*, 3-XII-99) el gran escritor Francisco Ayala afirma lo siguiente: «Debo reconocer en efecto que entre las cualidades innatas de que carezco se encuentra en lugar preeminente el talento matemático. Nunca en la escuela primaria, donde se nos hacía recitar la tabla de multiplicar, logré retener en la memoria sino los primeros versículos de la cantinela... Sin osar envidiarlos, uno admiraba aquellos casos asombrosos del señor que se sabía de memoria los números premiados en la lotería de quién sabe cuánto tiempo atrás... Ahora, estas aseQUIBLES calculadoras que todo el mundo adquiere y maneja pueden realizar al instante las operaciones más difíciles, más complejas; con lo cual, es cierto, se ha descuidado el cultivo académico de la destreza matemática, aunque, eso sí, siga habiendo algún memorioso dispuesto a exhibir la extravagancia de recitar sin falta el resultado de los partidos de fútbol, desde hace tiempos remotos».

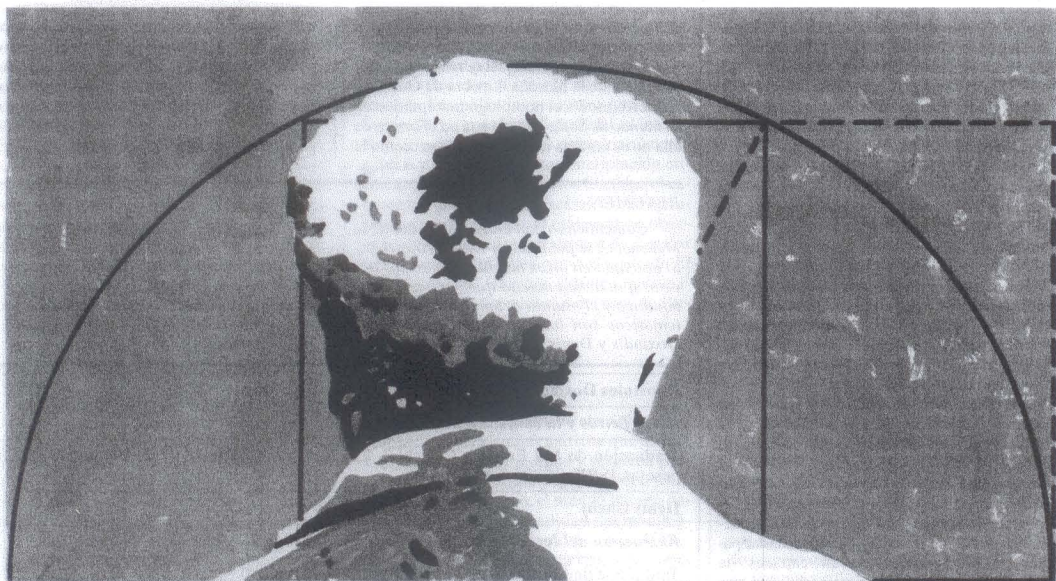
Relacionar el talento matemático con la cantinela de la tabla de multiplicar, o con la facultad de recordar los números premiados en la lotería, es una ligereza equivalente a afirmar la falta de dotes literarias de una persona, no por ser incapaz de escribir poemas como Juan Ramón Jiménez o novelas como Gabriel García Márquez, sino por no poder recitar de memoria todas las conjunciones del castellano o no recordar los nombres y apellidos del listín telefónico. El desarrollo de las computadoras no ha contribuido a descuidar el cultivo académico de la destreza matemática. Por el contrario, ha dado lugar a desarrollos importantes en teorías consideradas clásicas y ha originado otras nuevas, por cuanto problemas que antes resultaban inabundables por la magnitud de los cálculos involucrados, ahora son aseQUIBLES con la ayuda del computador, y del ingenio humano, capaz de elaborar estrategias matemáticas para resolverlos.

Verdad y belleza

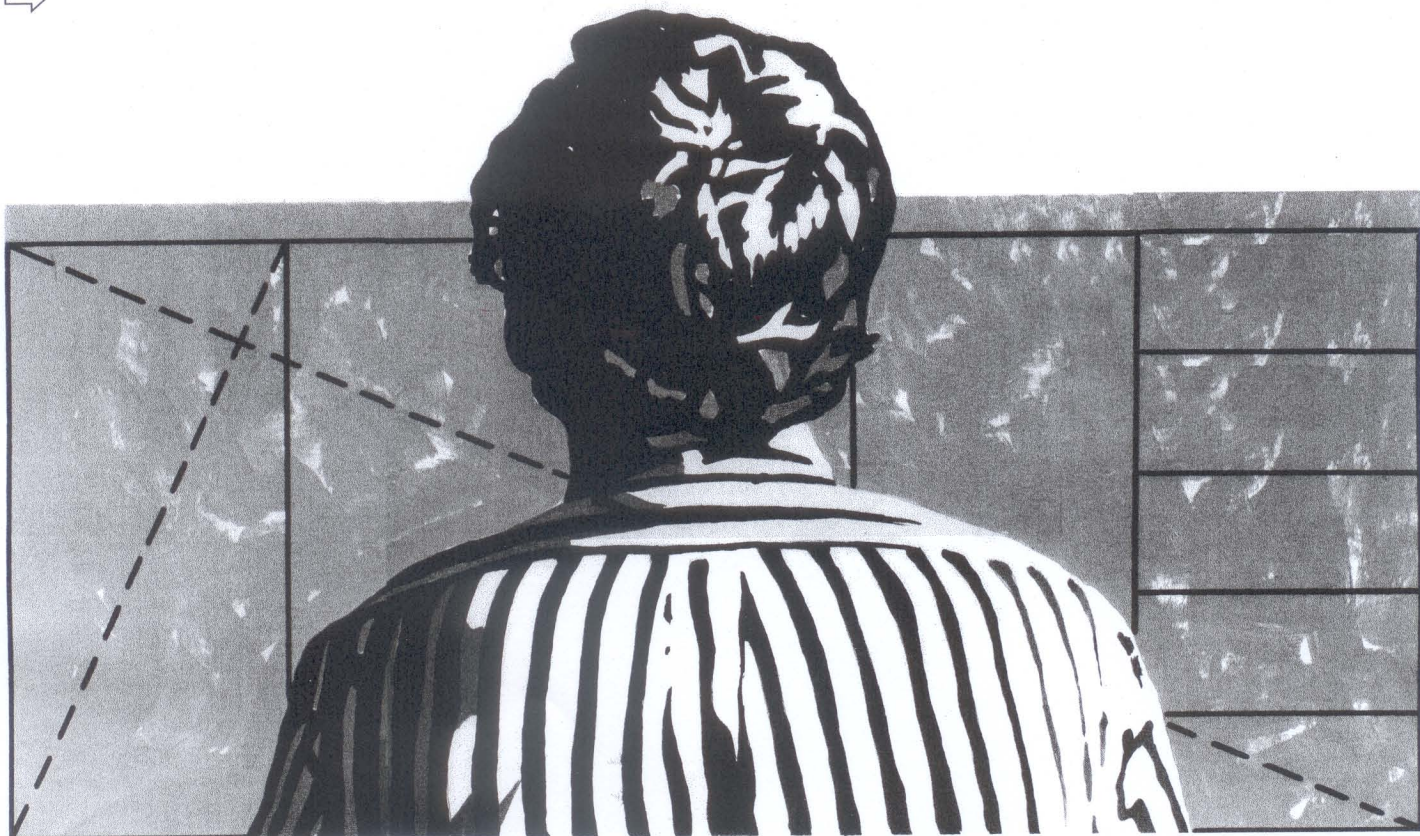
Hay un aspecto que conviene resaltar y al que no pueden dejar de ser sensibles los artistas y los humanistas. Me refiero a la verdad y la belleza en las matemáticas: la orfebrería de las ideas engarzadas; la sutileza extrema de muchas demostraciones indirectas; el empeño en demostrar rigurosamente, desde los primeros principios, las leyes de la naturaleza; la delicadeza de las construcciones lógicas y geométricas que tan bien ilustra el celebrado poema de R. Browning:

Oh, el poquito más.
Y cuanto más es.
Y el poquito menos.
Y cuántos mundos
Se nos van con él.

ARTURO REQUEJO



Viene de la página anterior



ARTURO REQUEJO

Es quizá una belleza lejana, pero no menos intensa para quienes tienen el privilegio de poder apreciarla. El mismo Borges se sintió fascinado por los números transfinitos de Cantor. Sus celebrados relatos sobre la biblioteca de Babel, el Aleph, los paradojos de Zenón acerca de la infinita divisibilidad del espacio y del tiempo, o los juegos de espejos que se reflejan unos en otros hasta la infinidad, tienen a la teoría de conjuntos en su trasfondo. Sin embargo, por bellos que nos parezcan los hallazgos de Borges, creo que paldescen al lado de joyas tales como el teorema de Paul Cohen sobre la independencia de la hipótesis del continuo o esa maravilla del espíritu que es el teorema de Gödel acerca de las proposiciones indecidibles. Las matemáticas no han sido ajenas al mundo del arte. Pensemos en la geometría proyectiva y el descubrimiento de la perspectiva; en los mosaicos de la Alhambra y los grupos cristalográficos planos; en el cubismo, cortando trozos de la realidad y volviéndolos a pegar de mil maneras, como las cartas de las variedades diferenciables de la geometría; el puntillismo, Seurat, y la antes mencionada teoría de conjuntos, Mondrian, Kandinsky... La música merecería un capítulo aparte.

Arte del razonamiento

Un impedimento es el lenguaje. En su dilatada historia los matemáticos han desarrollado un estilo propio de presentación, sobrio y preciso, que no excluye una cierta belleza pero que se aleja de los modos más barrocos, aunque a menudo algo caóticos, de otras disciplinas. Sin embargo, supone una barrera insuperable para quien carezca de cierto entrenamiento en el manejo de los símbolos, de los modos de razonamiento y de la terminología adecuada. Por otro lado, la actividad de los investigadores es muy austera. Implica la dedicación de muchas horas y energías a la solución de problemas complicados. Lo difícil es lo único que cuenta. Para que un resultado merezca ser publicado en una revista de investigación ha de ser nuevo, interesante y nada trivial. No están permitidos los lugares comunes, aunque se hayan expresado bellamente. La recapitulación y puesta al día de un

tema está reservada a quien haya contribuido sustancialmente a su desarrollo. La consecuencia es que la inmensa mayoría de los investigadores sólo escriben para que los lean sus colegas. No hay una tradición establecida de comunicación entre los matemáticos y la sociedad. Los pocos casos conocidos de destreza en las tareas de divulgación suelen echar mano de los aspectos recreativos y lúdicos. Y si bien es cierto que el contenido de muchos juegos y pasatiempos puede ser matemáticamente interesante, sin embargo, un énfasis excesivo en ellos distorsiona, creo yo, el papel que las matemáticas representan realmente en la ciencia, en la tecnología y en la vida cotidiana. De manera que en las revistas más populares que se dedican a la divulgación científica encontramos artículos de matemática recreativa, junto a otros que nos cuentan los progresos en la lucha contra el cáncer o la expansión del universo.

Como en todo colectivo amplio, entre los matemáticos hay personas de todo tipo. Pero me atrevería a decir que, en términos generales, abunda un cierto carácter ácrata, despreocupado de las relaciones públicas y de las opiniones del resto de los mortales. Esta comunidad mundial de investigadores matemáticos, no suele enterarse, o darse por aludida, cuando tertulianos y escritores les consideran extravagantes memoriones que recitan remotos resultados de fútbol y que se saben la tabla de multiplicar completa. Pero seguramente ése no es el caso de la inmensa mayoría de profesores de las enseñanzas primaria, secundaria, o incluso universitaria, que se afanan en enseñar las matemáticas a los jóvenes ciudadanos. Porque se trata de uno de los métodos más eficaces que han inventado los hombres para educar su cerebro en el arte del razonamiento, para ser más humanos, y para conocer el mundo y los avances tecnológicos. No parece justo, y desde luego resulta desmoralizador para esos profesores, entre quienes también me incluyo, y para sus alumnos, escuchar cómo personas consideradas cultas y de éxito notable en sus profesiones hacen, aunque sólo sea de pasada, comentarios tan superficiales sobre las matemáticas.

En fin, sea por estos u otros motivos, la realidad es que los matemáticos tenemos un serio problema de comunicación. Vivimos en

un mundo en el que nuestra ciencia es cada vez más necesaria y útil. Tanto para diseñar aviones, almacenar huellas dactilares, codificar mensajes secretos o analizar las ondas sísmicas, como para dosificar correctamente una medicina o prever el riesgo financiero, son necesarias teorías que fueron creadas hace siglos o que están inventándose ahora mismo. Sin embargo, el público no lo percibe de esa manera y a todo matemático, antes o después, le ha tocado responder a la inocente e infamante pregunta: pero, de verdad, ¿para qué sirven las matemáticas?

La obra que hoy comentamos titulada *Las matemáticas en la vida cotidiana* (traducción al castellano de *For all practical purposes*), de la editorial Addison-Wesley/Universidad Autónoma de Madrid, es un intento interesante y acertado de cambiar este estado de cosas. Se trata de un trabajo colectivo realizado dentro del proyecto «Consortium for Mathematics and its applications». Ha sido coordinado por Solomon Garfunkel y Lynn A. Steen y está dirigido a un sector de lectores mucho más amplio que el formado por los estudiantes universitarios de ciencias e ingenierías. La versión castellana se debe a Jody L. Doran y Eugenio Hernández, quienes han realizado una espléndida labor de traducción a un castellano ágil y correcto.

Consta de las cinco partes siguientes:

- I. Las ciencias de la administración.
- II. La estadística: la ciencia de los datos.
- III. La codificación de la información.

IV. La elección social y la toma de decisiones.

V. Acerca de la forma y del tamaño.

Cada parte está, a su vez, dividida en varios capítulos que suelen comenzar planteando un problema concreto de la vida real. Luego se cita a los científicos, economistas, ingenieros y matemáticos que han contribuido a su estudio y se describen las técnicas que han sido creadas para encontrar la solución. La obra contiene una abundante cantidad de ilustraciones, tablas, gráficos y fotografías. Hay varias páginas en color dedicadas a los fractales y a las composiciones de Escher. Cada capítulo incluye un conjunto de ejercicios y de lecturas recomendadas. He aquí los títulos de algunos capítulos que dan fe de su interés y variedad: Redes viarias. Números de identificación y códigos de barras. La transmisión de los datos. Sistemas de votación ponderados. La teoría de juegos: las matemáticas de la competición. Crecimiento y forma (King Kong no puede existir). Las distancias inaccesibles. El reflejo del Universo. La simetría y los diseños.

Espero y deseo que esta obra tenga el éxito que pretende y que ayude a mejorar la percepción social de las matemáticas. Pero, sobre todo, que sirva de ejemplo y emulación para otros matemáticos y que les anime a escribir su ciencia de manera más asequible al ciudadano. Presentándola de forma que el lector disfrute y aprecie la rica estructura matemática que subyace a muchas actividades cotidianas. □

RESUMEN

Vivimos en un mar de números, nos recuerda Antonio Córdoba, en una realidad numérica cotidiana; las matemáticas tienen tantas aplicaciones prácticas que bien podría pensarse que aquellas fuesen ubicuas. Y para el comentarista, las matemáticas, en cambio, son invisibles y pasan inadvertidas para los usuarios (entre otros motivos porque su divulgación es intrínsecamente complicada y los matemáticos tienen un serio problema de comunicación). De la presencia de las matemáticas en nuestra vida y de las razones de su invisibilidad trata el libro colectivo comentado, que pretente ayudar a mejorar la percepción de las matemáticas.

Solomon Garfunkel (dir.) y Lynn A. Steen (ed.)

Las matemáticas en la vida cotidiana

Ed. española de Jody L. Doran y Eugenio Hernández, Addison-Wesley/Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1999. 722 páginas. 7.000 pesetas. ISBN: 84-7829-020-6.